

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

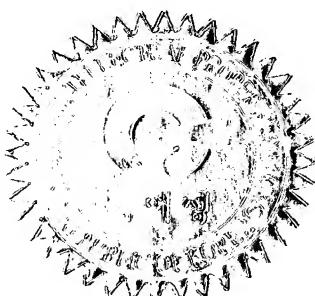
This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0039406  
Application Number

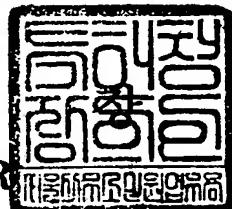
출원년월일 : 2002년 07월 08일  
Date of Application JUL 08, 2002

출원인 : 한국과학기술연구원  
Applicant(s) KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

2003 년 06 월 25 일



특허청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.07.08
【국제특허분류】	F28F 21/00
【발명의 명칭】	젖음성 향상을 위한 습표면 열교환기의 표면처리방법
【발명의 영문명칭】	Surface treatment method for wet surface Heat exchangers to improve surface wettability
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술연구원
【출원인코드】	3-1998-007751-8
【대리인】	
【성명】	이종일
【대리인코드】	9-1998-000471-4
【포괄위임등록번호】	1999-016276-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이대영
【성명의 영문표기】	LEE,Dae Young
【주민등록번호】	650207-1047724
【우편번호】	130-772
【주소】	서울특별시 동대문구 제기동 한신아파트 111동 1103호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	변재범
【성명의 영문표기】	BYUN,Jae Beom
【주민등록번호】	740129-1815011
【우편번호】	131-821
【주소】	서울특별시 중랑구 면목5동 162-22호 14동 3반
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이종일 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】	15	면	29,000	원
【가산출원료】	0	면	0	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	6	항	301,000	원
【합계】			330,000	원
【감면사유】			정부출연연구기관	
【감면후 수수료】			165,000	원

### 【요약서】

#### 【요약】

본 발명은 젖음성 향상을 위한 습표면 열교환기의 표면처리 방법에 관한 것이다. 특히, 냉각탑, 증발식 응축기, 냉각기 등의 열교환기 표면을 친수성 다공구조로 변형시킴으로서 습표면의 젖음도를 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, 습표면 열교환기의 표면 처리 방법에 있어서, 미세 고체 입자를 친수성 바인더(binder)와 혼합하여 스프레이(spray)나 딥핑(dipping) 방법으로 표면에 도포한 후 큐어링(curing) 과정을 거침으로써 열교환기 표면에 친수성 다공 구조를 코팅하는 것을 특징으로 하는 습표면 열교환기의 표면처리방법을 제시한다.

따라서, 본 발명은 다공구조에서의 모세관력(capillary force)에 의해 증발수의 펴짐성을 향상시키고, 다공구조 내에 증발수를 보유함으로써 궁극적으로 표면의 젖음성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

#### 【대표도】

도 6

#### 【색인어】

습표면 열교환기, 젖음성, 젖음도, 코팅, 부식, 친수성 다공구조, 모세관력

**【명세서】****【발명의 명칭】**

젖음성 향상을 위한 습표면 열교환기의 표면처리방법{Surface treatment method for wet surface Heat exchangers to improve surface wettability}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 습표면 열교환기의 개략도이다.

도 2는 종래의 습표면 열교환기 표면에서의 물방울 분포를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명에 따라 고체 입자와 친수성 바인더를 이용하여 표면 처리한 후의 결과를 나타낸 개략도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따라 고체 입자와 친수성 바인더에 의한 다공구조의 형성 상태를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따라 바인더의 점도가 과도하게 큰 경우의 코팅 표면 상태를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따라 바인더의 점도가 적절한 경우의 코팅 표면 상태를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명에 따라 표면 부식 후 친수성 처리에 의한 다공구조의 형성 상태를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따라 친수성 다공구조의 표면처리에 의한 물의 퍼짐성 향상 상태를 나타낸 도면이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

1 : 열교환기      2 : 표면

3 : 물공급기구      4 : 물

5 : 공기의 유입 방향      10 : 기공

11 : 고체 입자      12 : 친수성 바인더

### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<14> 본 발명은 젖음성 향상을 위한 습표면 열교환기의 표면처리 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 냉각탑, 증발식 응축기, 냉각기 등의 열교환기 표면을 친수성 다공구조로 변형시킴으로서 습표면의 젖음도를 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술에 관한 것이다.

<15> 습표면 열교환기는 도 1에 도시된 바와 같이 물 공급기구(3)로부터 열교환기(1)의 표면(2)에 도포된 물(4)이 증발하는 것에 의하여 열교환기 내부의 유체를 냉각하는 기술로서 온도차만에 의존하는 열교환기에 비하여 냉각 성능을 크게 향상시킬 수 있다. 부호 5는 공기의 유입 방향을 나타낸다.

<16> 이러한 습표면 열교환기는 증발식 냉각기, 증발식 응축기, 냉각탑 등의 여러 가지 응용분야에서 수 많은 기술이 개발되었으나, 습표면 열교환기의 탁월한 잠재적인 냉각성능과 지금까지 제안된 수많은 기술들에도 불구하고 습표면 열교환기의 실질적인 적용은 상당히 제한적인 분야에만 머물고 있다.

<17> 그 근본적인 이유로는 열교환기의 표면(2)에 도포된 물(4)이 얇은 수막을 이루어 열교환기의 표면을 덮는 대신, 도 2에 도시된 물방울의 형태(6)로 존재하거나 열교환기의 표면을 타고 흘러내려 버리기 때문에 열교환기 표면의 젖음도가 상당히 낮아 물의 실제 증발량이 상당히 작고, 결과적으로 증발 냉각 효과가 기대되는 것보다 훨씬 작기 때문이다.

<18> 통상적으로 젖음도를 향상시키기 위하여 실제 증발량 보다 훨씬 많은 수량을 공급하게 되는데, 이렇게 과도하게 공급된 액체는 액체가 공기의 흐름을 막고 압력손실을 증가시켜 공기의 유량을 감소시키게 된다. 경우에 따라서는 증발 냉각에 의한 냉각성능 향상의 효과 보다 유량 감소에 의한 성능저하의 영향이 커서 결과적으로는 열교환기 성능이 감소하는 경우가 발생하기도 한다.

<19> 이와 관련된 다수의 공지된 기술을 살펴보면, 열교환기의 표면을 친수성 처리하는 기술(US 5,813,452, US 6,368,671B1)이 에어컨의 증발기 등에 적용되고 있는데, 이 기술은 증발기 표면에 응축된 물방울이 잘 흘러내리도록 고안된 것이다.

<20> 이는 습표면 열교환기의 표면을 친수성 처리하면 물방울의 접촉각이 작아지기는 하지만, 경사진 표면에서는 얇은 수막(thin water film)이 아닌 리블렛(rivulet)의 형태를 이루며 흘러내리기 때문에 표면의 젖음도는 크게 향상되지 않는다.

<21> 또한, 열교환기의 표면에 가는 흄을 가공하거나(US 4,461,733, US 4,566,290), 흡습성 재질을 부착(US 6,101,823, US 6,286,325B1)함으로써 젖음성(wettability)을 향상시키는 기술은 제작 공정상 단순한 형상에만 적용이 가능하여 열전달 면적을 넓히기 위하여 복잡한 형상의 다수의 핀(fin)이 적용되는 일반적인 열교환기에는 적용이 불가능한 단점이 있다.

<22> 또한, 열교환기 표면의 젖음도를 향상시키기 위하여 열교환기 표면에 물을 균일하게 도포하기 위한 물공급 분배장치(US 4,933,117, US 5,377,500, US 5,605,052, US 5,701,748)가 고안되었다.

<23> 이들은 대부분 균일한 도포를 위하여 작은 직경의 노즐을 채택하고 있어 물을 고압으로 토출시키기 위한 펌프를 필요로 하거나, 노즐이 오염물질에 의하여 막히는 일이 생기기 쉬운 단점이 있다.

<24> 더욱이 물공급 분배장치에 직접적으로 노출된 열교환기 표면에는 물방울이 균일하게 도포되더라도 표면이 친수성이 아니면 물방울 형태를 그대로 유지하여 유동손실을 증가시키게 되고, 친수성으면 흘러내리면서 리블렛 형태를 이루게 되어 결과적으로는 젖음도가 크게 향상되지는 않는다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 따라서 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서 본 발명의 목적은 열교환기의 표면을 친수성 다공성 물질로 코팅하거나, 표면을 거칠게 부식시킨 뒤 친수성 처리하여 표면을 친수성 다공구조로 변환함으로서 종래의 습표면 열교환기의 문제점인 표면의 젖음성(wettability)을 향상시킬 수 있으며, 열교환기의 형상에 관계없이 적용할 수 있는 표면처리 방법을 제공하는 데 있다.

<26> 이는 다공구조에서의 모세관력(capillary force)에 의해 증발수의 퍼짐성을 향상시키고, 다공구조 내에 증발수를 보유함으로써 궁극적으로 표면의 젖음성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

### 【발명의 구성 및 작용】

<27> 이하, 본 발명의 실시예에 대한 구성 및 그 작용을 첨부한 도면을 참조하면서 상세히 설명하기로 한다.

<28> 본 발명에서는 열교환기 표면을 친수성 다공 구조로 변환시키기 위하여 두가지 방법을 제시하였다.

<29> 첫 번째 방법은 도 3에 도시된 바와 같이, 미세 고체 입자(11)를 친수성 바인더(binder)(12)와 혼합하여 스프레이(spray)나 딥핑(dipping) 등의 방법으로 표면에 도포한 뒤 큐어링(curing) 과정을 거침으로써 열교환기 표면에 친수성 다공구조를 코팅하는 방법이다.

<30> 도 4는 상기한 방법에 의하여 처리된 열교환기 표면의 800배 확대 사진으로서 다공구조의 기공(10) 크기가 너무 작으면 물의 표면장력 때문에 다공구조 속으로 물이 침투하지 못하게 되며, 이와 반대로 기공이 너무 크면 모세관력이 작아져 물의 퍼짐성이 나빠지게 되므로 기공의 크기를 적절하게 조절하는 것이 필요하다.

<31> 이 때, 상기 기공의 크기에 큰 영향을 미치는 것은 고체 입자의 크기로 입자의 크기가  $5 \sim 100 \mu\text{m}$  인 경우가 가장 적합하며, 입자 크기가 균일할수록 다공도(porosity)를 크게 할 수 있어 다공구조 안에 충분한 양의 물을 보유할 수 있어 유리하다.

<32> 친수성 바인더의 점도가 높으면 도 5에 나타낸 바와 같이 고체 입자가 바인더 속에 묻혀 결과적으로 고체입자 사이가 바인더로 채워지는 형태가 되어 큐어링 과정 이후 다공구조를 얻을 수 없으며, 바인더의 점도가 너무 낮으면 표면에 도포시 표면에서 흘러내

려 코팅이 생성되지 않는다. 바인더의 점도는 용재(solvent)의 양을 적절히 제어함으로써 조절할 수 있다. 도 6은 바인더 점도가 적절한 경우의 코팅 표면을 나타낸 것이다.

<33> 코팅의 두께가 너무 얇으면 다공구조 내에 충분한 양의 증발수를 보유할 수 없으며, 두께가 너무 두꺼우면 공기 유로가 감소하여 압력손실이 증가하고 다공층(porous layer) 자체가 열전달 저항으로 작용하여 증발냉각에 의한 효과를 감소시킬 수 있다. 코팅의 두께도 바인더의 점도를 조절하여 제어할 수 있다.

<34> 두 번째 방법은 열교환기 표면을 화학적 또는 전기화학적 방법으로 부식시키거나, 물리적으로 표면의 거칠기를 증가시킨 후, 친수성 처리하는 방법이다.

<35> 이 때, 표면의 거칠기를 증가시키는 방법에서 화학적 방법으로는 크로메이트(chromate) 처리, 전기화학적 방법으로는 아노다이징(anodizing), 물리적인 방법으로는 샌드 블라스팅(sand blasting) 등의 방법이 있다.

<36> 도 7은 상기한 방법에 의하여 처리된 열교환기 표면의 800배 확대 사진으로서 표면 거칠기의 크기는 고체입자를 코팅하는 경우의 기공의 크기와 같이 표면의 젖음성에 큰 영향을 미치며  $5 \sim 100 \mu\text{m}$  인 경우가 가장 적합하다.

<37> 표면 거칠기를 증가시킨 후, 표면을 친수성 수지를 코팅하여 친수성 처리하는 경우 친수성 수지의 점도가 너무 크면 거칠게 가공한 표면을 완전히 또는 부분적으로 덮어 거칠기를 감소시킬 수 있으므로 친수성 수지와 용재의 비율을 조정하여 점도를 적절히 조절하는 것이 필요하다.

<38> 상기 표면처리 방법 중 친수성 다공구조를 코팅하는 방법에 있어서 고체 입자와 친수성 바인더의 종류에는 제한이 없다.



<39> 또한, 표면의 거칠기를 증가시킨 후, 친수성 처리하는 방법에 있어서 표면의 거칠기를 증가시키거나 친수성 처리하는 방법에는 제한이 없다.

<40> 또한, 열교환기 표면을 친수성 다공구조로 변환하는 방법은 열교환기의 구성 재료의 표면을 친수성 다공구조로 변환한 뒤 조립하여 열교환기를 구성하거나, 조립이 완료된 열교환기의 표면을 처리하여 친수성 다공구조로 변환할 수 있으며, 그 순서에 제한이 없다.

<41> 열교환기 표면을 친수성 다공구조로 변환하는 방법과 함께 부식방지 및 항균기능을 보유하도록 하는 처리를 복합적으로 실시할 수 있다.

<42> 도 8은 열교환기 표면을 친수성 다공구조로 처리한 뒤 표면의 일부에 물을 도포하였을 때 표면의 다공구조에 의하여 물이 표면을 따라 넓게 퍼지는 것을 나타낸 것으로, 표면 처리 효과로 인하여 습표면 열교환기 표면의 젖음성이 크게 증가하는 것을 알 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<43> 이상에서와 같이 본 발명에 의한 습표면 열교환기의 표면 처리 방법에 따르면, 증발수가 표면에서 완전히 퍼져서 얇은 수막을 형성하므로 수분의 증발량이 증가하고 이에 따라 습표면 열교환기의 냉각 성능이 크게 향상되며, 공기 유동에 대한 영향이 최소화되어 증발수 도포에 따른 압력손실의 증가가 거의 없다.

<44> 또한, 증발수를 실제 증발량 정도만 공급하더라도 열교환기 표면을 액막으로 완전히 도포할 수 있으므로 증발수의 재순환을 위한 펌프와 그 부대장치를 생략할 수 있어

구조의 단순화, 부피의 소형화를 이를 수 있으며, 유지 보수에 대한 노력을 최소화할 수 있다.

<45> 또한, 표면의 물 퍼짐성이 우수하여 표면의 일부에만 물을 도포하여도 표면 전체가 수막으로 덮이게 되므로 물 분배 장치를 단순하게 할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

습표면 열교환기의 표면 처리 방법에 있어서,  
미세 고체 입자를 친수성 바인더(binder)와 혼합하여 스프레이(spray)나 딥핑(dipping) 방법으로 표면에 도포한 후 큐어링(curing) 과정을 거침으로써 열교환기 표면에 친수성 다공 구조를 코팅하는 것을 특징으로 하는 습표면 열교환기의 표면처리방법.

**【청구항 2】**

청구항 1에 있어서, 상기 고체 입자의 직경은 5 ~ 100  $\mu\text{m}$  사이인 것을 특징으로 하는 습표면 열교환기의 표면처리방법.

**【청구항 3】**

청구항 1에 있어서, 상기 열교환기 표면의 친수성 다공 구조의 코팅 두께는 바인더의 점도를 조절하여 제어하는 것을 특징으로 하는 습표면 열교환기의 표면처리방법.

**【청구항 4】**

습표면 열교환기의 표면 처리 방법에 있어서,  
상기 열교환기의 표면을 화학적 또는 전기화학적 방법으로 부식시키거나, 물리적으로 표면의 거칠기를 증가시킨 후, 친수성 처리함으로서 열교환기 표면을 친수성 다공 구조로 변환하는 것을 특징으로 하는 습표면 열교환기의 표면처리방법.

**【청구항 5】**

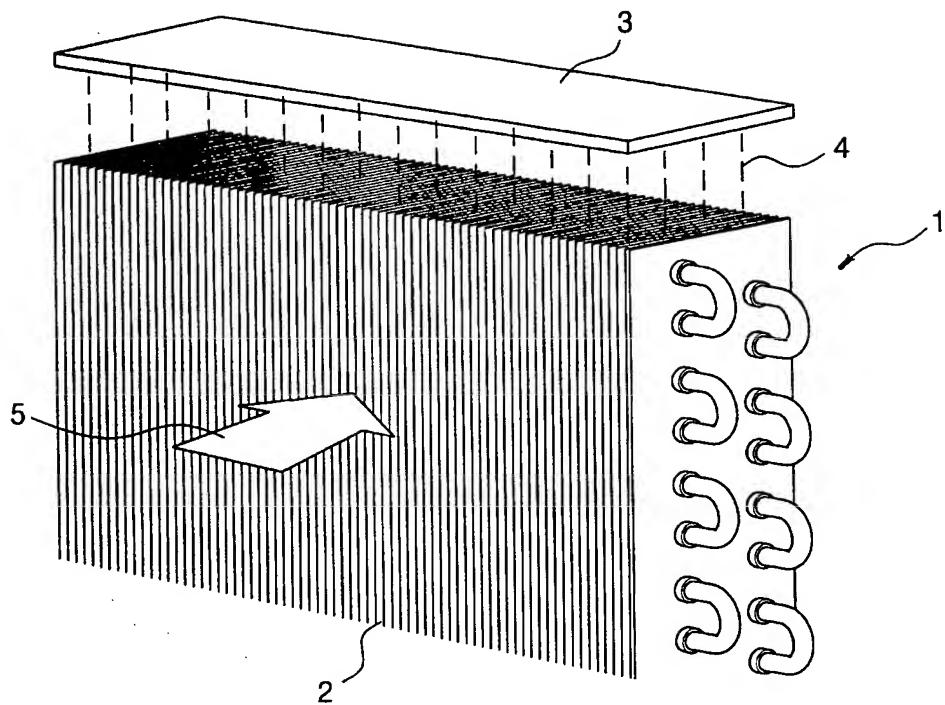
청구항 4에 있어서, 상기 표면 거칠기의 크기는 5 ~ 100  $\mu\text{m}$  사이인 것을 특징으로 하는 습표면 열교환기의 표면처리방법.

**【청구항 6】**

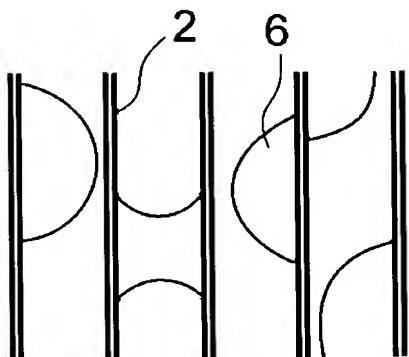
청구항 1 또는 청구항 4에 있어서, 상기 열교환기의 표면을 친수성 다공구조로 변환하는 방법은 열교환기의 구성 재료의 표면을 친수성 다공구조로 변환한 뒤 조립하여 열교환기를 구성하거나, 조립이 완료된 열교환기의 표면을 처리하여 친수성 다공구조로 변환하는 것을 특징으로 하는 습표면 열교환기의 표면처리방법.

## 【도면】

【도 1】



【도 2】

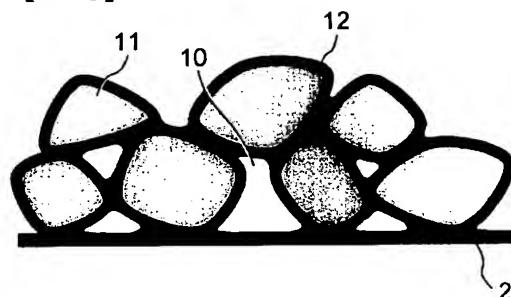




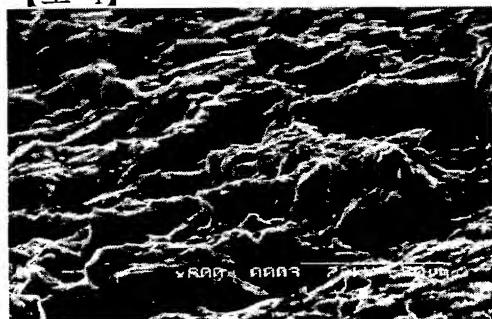
1020020039406

출력 일자: 2003/6/30

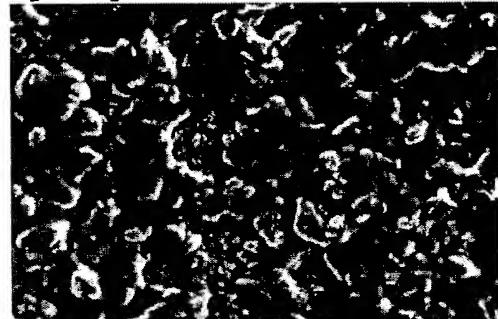
【도 3】



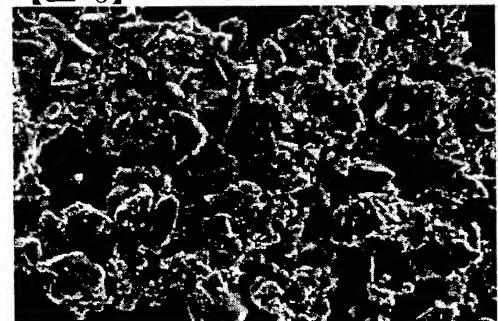
【도 4】



【도 5】



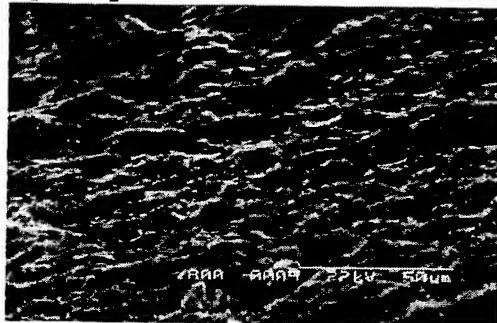
【도 6】



1020020039406

출력 일자: 2003/6/30

【도 7】



【도 8】

